

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-215343

(43)Date of publication of application : 10.08.2001

(51)Int.Cl.

G02B 6/00

H04B 10/28

H04B 10/02

(21)Application number : 2000-342869

(71)Applicant : LUCENT TECHNOL INC

(22)Date of filing : 10.11.2000

(72)Inventor : HOLLAND WILLIAM ROBERT

(30)Priority

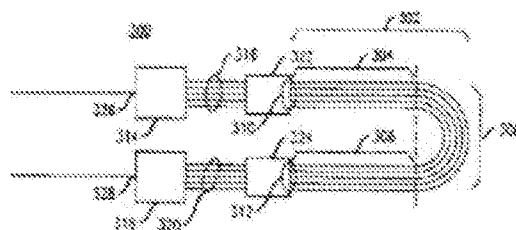
Priority number : 1999 439886 Priority date : 12.11.1999 Priority country : US

(54) MULTI-FIBER DIGITAL DELAY LINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multi-fiber optical delay line which is easily connected to a related component, whose packaging is convenient and compact and also which is thermally stable.

SOLUTION: Plural optical fibers fixed to a flat substrate are incorporated. The fibers are linear, and an input part 304 and an output part 306 which are equal in length and are arranged in adjacent to the substrate are included in the fibers. The input part and the output part of respective fibers are mutually connected by a U shaped connecting part 308, and respective connecting parts are arranged so as to have a peculiar and prescribed length. The inputs of the fibers are connected to an optical splitter 314 through a fiber mutual connection 322. In a preferable embodiment of this invention, a plane heater and over coating are used for the purpose of controlling a thermal profile over the plural fibers.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-215343
(P2001-215343A)

(43) 公開日 平成13年8月10日 (2001.8.10)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 2 B 6/00	3 4 6	G 0 2 B 6/00	3 4 6
H 0 4 B 10/28		H 0 4 B 9/00	W
10/02			

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-342869 (P2000-342869)
(22) 出願日 平成12年11月10日 (2000. 11. 10)
(31) 優先権主張番号 0 9 / 4 3 9 8 8 6
(32) 優先日 平成11年11月12日 (1999. 11. 12)
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

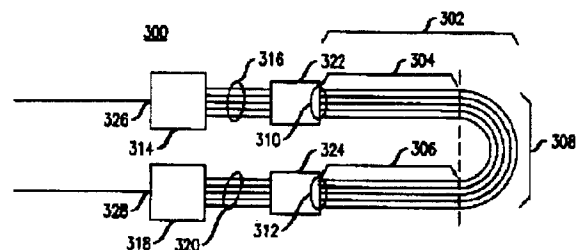
(71) 出願人 596092698
ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レーテッド
アメリカ合衆国, 07974-0636 ニュージ
ャーシー, マレイ ヒル, マウンテン ア
ヴェニュー 600
(72) 発明者 ウィリアム ロバート ホーランド
アメリカ合衆国 18976 ペンシルヴァニ
ア, ワーリントン, ブラッドフォード ア
ヴェニュー 369
(74) 代理人 100064447
弁理士 岡部 正夫 (外11名)

(54) 【発明の名称】 マルチファイバデジタル遅延線

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 関連コンポーネントとの接続が容易であり、パッケージングが便利かつコンパクトであると共に熱的に安定した、マルチファイバ光遅延線を提供する。

【解決手段】 平坦な基盤に固定された複数の光ファイバを組み込む。ファイバは、線形であり、基板に隣接して配置された長さの等しい入力部分304と出力部分306を含む。各ファイバの入力部分および出力部分は、U字形接続部分308によって相互接続され、各接続部分は、固有かつ所定の長さを有するよう配置される。ファイバの入力は、ファイバ相互接続322を介して光スプリッタ314に連結される。本発明の好ましい実施形態において、平面ヒータおよびオーバーコーティングが、複数のファイバにわたる熱プロファイルを制御するために用いられる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光入力信号を受信し、かつ互いに対して時間的に遅延された前記入力信号の複数のコピーを出力することが可能な光遅延線であって、それぞれ入力端を有する複数の光ファイバであって、該複数の光ファイバがそれぞれ、固有の所定の光路長を有するように、実質的に単一の物理的平面に、互いに対してネストされて配置される複数の光ファイバと、前記入力信号の複数のコピーを生成し、前記入力信号の 1 つのコピーを略同時に前記複数の入力端のそれぞれ 1 つに提供するように構成された光スプリッタと、を備え、それにより、前記複数のコピーがそれぞれ、固有の時間間隔で複数の光ファイバの特定の 1 つをトラバースして、前記ファイバの前記特定の 1 つの出力端に到達し、前記固有の時間間隔は、前記ファイバの前記特定の 1 つの所定の光路長に関連する、遅延線。

【請求項 2】 前記ファイバはそれぞれ、1 つまたは複数のファイバセグメントを含む、請求項 1 記載の遅延線。

【請求項 3】 前記 1 つまたは複数のファイバセグメントは、前記入力端を含む入力セグメントであって、前記複数の光ファイバの入力セグメントのそれぞれ 1 つは、実質的に前記単一の物理的平面に集散的かつ同一直線上に配置され、該入力セグメントのそれぞれ 1 つの前記入力端が、前記同一直線上の入力セグメントのそれぞれ 1 つに略垂直な線上に配置されるようにする、入力セグメントと、前記出力端を含む出力セグメントであって、前記複数の光ファイバの出力セグメントのそれぞれ 1 つは、実質的に前記単一の物理的平面に集散的かつ同一直線上に配置され、該出力セグメントのそれぞれ 1 つの前記出力端が、前記同一直線上の出力セグメントのそれぞれ 1 つに略垂直な線上に配置されるようにする、出力セグメントと、接続セグメントであって、前記複数の光ファイバの該接続セグメントのそれぞれ 1 つは、前記単一の物理的平面に集散的にかつネストされて配置される、接続セグメントと、を含む、請求項 2 記載の遅延線。

【請求項 4】 前記接続セグメントは U 字形である、請求項 3 記載の遅延線。

【請求項 5】 前記複数の入力セグメントの一部は、実質的に等しい光路長を有し、前記複数の出力セグメントの一部は、実質的に等しい光路長を有し、前記複数の接続セグメントはそれぞれ、固有の所定の光路長を有する、請求項 3 記載の遅延線。

【請求項 6】 前記複数の入力セグメントはそれぞれ、固有の所定の光路長を有し、前記複数の出力セグメントはそれぞれ、固有の所定の光路長を有し、前記複数の接続セグメントの一部は、実質的に等しい光路長を有す

る、請求項 3 記載の遅延線。

【請求項 7】 前記 1 つまたは複数のファイバセグメントは単一セグメントを含み、該単一セグメントは、U 字形であり、前記入力端および前記出力端を含み、前記複数の光ファイバそれぞれについての該単一セグメントはそれぞれ、固有の所定の光路長を有する、請求項 2 記載の遅延線。

【請求項 8】 前記複数の光ファイバそれぞれの前記入力端は、実質的に第 1 の線上にあり、前記複数の光ファイバそれぞれの前記出力端は、実質的に第 2 の線上にある、請求項 7 記載の遅延線。

【請求項 9】 前記第 1 の線および前記第 2 の線は、延出して単一の線を形成する、請求項 8 記載の遅延線。

【請求項 10】 前記複数の光ファイバのうちの第 1 の光ファイバの所定の光路長と、前記複数の光ファイバのうちの第 2 の光ファイバの所定の光路長の間の差 d は、デジタル光入力信号において、所定数のビットを伝送するのに必要な時間期間中に、デジタル光入力信号がトラバースする光路長と等しい、請求項 1 記載の遅延線。

【請求項 11】 前記複数の光ファイバのネスト位置は、前記複数の光ファイバを基板の第 1 の平坦な表面にボンディングすることで、前記単一平面に維持される、請求項 1 記載の遅延線。

【請求項 12】 前記基板は硬質の寸法安定性材料を含む、請求項 11 記載の遅延線。

【請求項 13】 前記材料は、マイラー、ガラスエポキシ、およびポリイミドからなる群から選択される、請求項 12 記載の遅延線。

【請求項 14】 前記複数の光ファイバの前記出力端に到来する前記入力信号のコピーを結合して、単一の出力信号を形成する光結合器をさらに備える、請求項 1 記載の遅延線。

【請求項 15】 前記ネストされた光ファイバはさらに、同心コイルに巻かれ、該ネストされた光ファイバの前記入力セグメントおよび前記出力セグメントが、該同心コイルの外周から隣接して突出するようにする、請求項 3 記載の遅延線。

【請求項 16】 前記光ファイバの少なくとも 1 つの前記接続セグメントはさらに、1 つまたは複数の同心ループを含み、該同心ループは、実質的に、前記単一平面に配置され、前記基板の表面にボンディングされる、請求項 3 記載の遅延線。

【請求項 17】 前記基板の第 2 の平坦な表面に取り付けられる平面ヒータをさらに備える、請求項 11 記載の遅延線。

【請求項 18】 前記平面ヒータは、前記光ファイバにおけるドリフトおよびジッターを実質的になくすように、前記複数の光ファイバにおいて、所定の安定した熱プロファイルを確立するよう選択的に電圧印加される、請求項 17 記載の遅延線。

【請求項 19】 前記平面ヒータは薄膜ヒータである、請求項 18 記載の遅延線。

【請求項 20】 前記複数の光ファイバはマルチモードファイバである、請求項 1 記載の遅延線。

【請求項 21】 前記入力セグメントのそれぞれ 1 つは、第 1 の入力セグメントの中心軸と、隣接する入力セグメントの中心軸の間の第 1 の均等距離が、前記第 1 のファイバの直径の 100～105 パーセントの間になるよう、標準ピッチで間隔をあけられる、請求項 1 記載の遅延線。

【請求項 22】 前記出力セグメントのそれぞれ 1 つは、第 1 の出力セグメントの中心軸と、隣接する出力セグメントの中心軸の間の第 1 の均等距離が、前記第 1 のファイバの直径の 100～105 パーセントの間になるよう、標準ピッチで間隔をあけられる、請求項 1 記載の遅延線。

【請求項 23】 互いに対して時間的に遅延された光入力信号のコピーを生成する光遅延線であって、前記光入力信号の複数のコピーを生成するよう配置される光スプリットと、

それぞれが固有の所定の光路長を有するように、それぞれ実質的に、単一の物理的平面に、互いに対してネストされて配置される複数の光ファイバと、前記入力信号の 1 つのコピーを、前記複数のファイバのそれぞれ 1 つに略同時に結合する手段と、を備える、遅延線。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光ファイバベースのデジタル遅延線に関する。特に、本発明は、単一の物理的平面における基板に固定された光ファイバをネストして組み込むマルチファイバデジタル遅延線に関する。

【0002】

【関連出願への相互参照】 関連する主題は、本出願と同日に出願され、同一の譲渡人に譲渡された、同時係属中の Holland による「Optical Fiber-Based Matched Filter」と題する米国特許出願第 XX/XXXXXX 号に開示されている。

【0003】

【従来の技術】 現在の広帯域電気通信ネットワークは、量がますます増大している音声、データ、およびマルチメディア情報を搬送するよう構成されている。これらのますます増大している需要量を満たすため、かかるネットワークは、光通信システム技術を用いて実施されている。現在の大容量光通信システムにおいて卓越しているのは、異なる波長にセンタリングされた複数の光チャネルを単一のファイバに配置することが可能な、波長分割多重化 (WDM: Wave Division Multiplexed) または密集波長分割多重化 (DWDM: Dense Wave Division Multiplexed) 光通信方式を使用することである。

WDM および DWDM の各ネットワークは、これら多くのチャネルを多数のトラフィック搬送ファイバ間で選択的にルーティングするために、高度な光スイッチ性能を必要とする。ルーティングすべき個々のチャネルを適宜バッファリングして、シーケンシングするため、例えば、このようなスイッチは、通常、光遅延線を採用する。

【0004】 光遅延線は、様々な光技術を使用して形成することができる (例えば、Kenneth P. Jackson 他による「Optical Fiber Delay-Line Signal Processing」(IEEE Transactions On Microwave Theory And Techniques, Vol. MTT-33, No. 3, March 1985, pp193, 194 を参照されたい)。光ファイバ遅延線は、損失が比較的低く、かつ分散が低いといった特性により、魅力的なものであることが証明されている。通常の光ファイバ構成には、再循環遅延線と、マルチタップ遅延線と、マルチファイバ遅延線とが含まれる。再循環遅延線は、遅延線の一端に導入された信号が、ループをまわって再循環し、トランジットサイクル毎に出力されるように、(例えば、光カプラによって) 部分的に閉じられたファイバを組み込んでいる。マルチタップおよびマルチファイバ遅延線等、非再循環光ファイバ遅延線は、各入力信号に応答して、各出力ポートにおいて単一の出力信号のみを生成する。

【0005】 マルチタップ構造は、その長さに沿って分散され、それぞれ信号出力を提供することが可能なタップを備えるファイバからなる。光結合器は、各タップからの出力信号を収集し、出力することが可能である。出力信号間の相対的な遅延は、ファイバに沿ったタップの相対的な配置により制御される。

【0006】 通常のマルチファイバ光遅延線では、光信号は分割され、長さの異なる 2 本またはそれ以上の光ファイバへの入力として提供される (例えば、1997 年 12 月 30 日付けで Das 他に付与された、米国特許第 5,703,708 号を参照されたい)。各ファイバの出力における光信号は、光結合器によって収集され、出力される。光信号が、長さの等しくない 2 本のファイバの入力に同時に提供される場合、短い方のファイバの光信号が、長い方のファイバの光信号よりも時間的に早い時点で結合器に出現する。したがって、ファイバ間の長さの相対的な差を調整することで、複数ファイバ間での遅延を制御することができる。

【0007】 少なくとも、長いファイバの、短いファイバよりも長い部分をスプールに巻き付けることによって、長いファイバを短いファイバに隣接してパッケージすることができる。スプールは、必要とされるスペースの低減を助ける一方、いくつかの困難をもたらす。スプールに巻き付ける結果生じる、光ファイバの物理的な長さおよび引っ張りのばらつきは、ファイバの有効光路長のばらつきをもたらす。さらに、光路長は、スプール上

のファイバの移動に伴って変化しうる。

【0008】このようなばらつきは、例えば、スプールの中心にヒータを組み込み、スプール上のファイバに対して安定した熱プロファイルを確立することで、調整することができる。しかし、スプールの幾何学的形状およびスプール上へのファイバの配置のばらつきのため、熱プロファイルの安定性の確立が困難になる可能性がある。

【0009】

【発明の解決しようとする課題】したがって、関連コンポーネントとの接続が容易であり、パッケージングが便利かつコンパクトである共に熱的に安定した、高速マルチファイバ用途のための組立かつ動作可能なマルチファイバ光遅延線を有することが望ましい。

【0010】

【課題を解決するための手段】マルチファイバ光遅延線は、複数の光ファイバのそれぞれ1つが、集合的に単一平面に配置されるように、ネストして配置された複数の光ファイバを組み込む。複数の光ファイバそれぞれの入力端は、光スプリッタに接続され、それによって、光スプリッタは、入力信号のコピーを略同時に複数の光ファイバそれぞれに提供する。複数の光ファイバはそれぞれ、固有の所定の長さを有するため、複数のファイバの関連する1つを介して進行する入力信号の各コピーは、固有の時間間隔の終わりに、関連するファイバの出力端に到来することになる。遅延線のネストされた平面構造および幾何学的形状により、複数の光ファイバそれぞれの光路長を精密に制御することが可能になる。

【0011】本発明の第1の実施形態において、複数の光ファイバはそれぞれ、U字形接続セグメントによって接合される、入力セグメントおよび出力セグメントを含む。入力セグメントは、実質的に並列であり、長さが等しく、かつ入力セグメントの入力端がすべて、入力セグメントに垂直な直線の略近くにあるように隣接して配置される。同様に、出力セグメントは、実質的に並列であり、長さが等しく、かつ出力セグメントの出力端がすべて、出力セグメントに略垂直な直線の略近くにあるように隣接して配置される。複数の光ファイバのU字形接続セグメントはそれぞれ、固有の所定の長さを有する。平面での配置を維持するため、複数の光ファイバはそれぞれ、基板の平坦な表面に固定される。

【0012】本発明の第2の実施形態において、複数の光ファイバの出力端はそれぞれ、さらに光結合器の複数の入力ポートの1つに連結され、光結合器が、複数の光ファイバから受信した信号のコピーを重畳して、単一の光信号出力を生成する。

【0013】本発明の好ましい実施形態では、複数の光ファイバにおいて、温度プロファイルを確立し、安定化することができるように、平面ヒータが基板の第2の平坦な表面に取り付けられる。

【0014】添付図面と共に、以下の本発明の具体的かつ例示的な実施形態の説明を読むことにより、本発明のより完全な理解を得ることができる。

【0015】一貫性のため、かつ理解しやすくするために、各図の同様または同等の要素については、下2桁が同一である識別番号を共有する（例えば、図3の光スプリッタ314および図4の光スプリッタ414）。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の原理をより良く理解するために、従来技術のいくつかの鍵となる態様をまず概説する。

【0017】図1は、マルチファイバ光遅延線100を組み込んだ従来技術による光マルチプレクサの構造（例えば、1997年12月30日付けでDas他に付与された米国特許第5,703,708号を参照されたい）を示す。光信号は、光スプリッタ118に提供され、光スプリッタ118は、それぞれ変調器102、104、106、および108に関連付けられた4つの別個のファイバ信号経路103、105、107、および109上で信号のコピーを生成する。変調された信号は、変調器102、104、106、および108によって、それぞれ信号経路113、115、117、および119上に出力され、光結合器110の入力に連結される。光結合器110は、信号経路113、115、117、および119を介して提供された信号を重畳して、結合された光信号111を生成する。

【0018】変調器102、104、106、および108によって変調される光信号の時分割多重化に備えるため、光遅延線112、114、および116が、変調器104、106、および108にそれぞれ関連付けられたファイバ信号経路に配置される。遅延線112、114、および116は、信号遅延T、2T、および3Tをそれぞれもたすが、ここで、遅延Tは、所望の時間期間に対応する。信号遅延T、2T、および3Tは、それぞれ1:2:3の比である所定の長さの光遅延線112、114、および116を選択することで、生成される。その結果、変調器104、106、および108に関連付けられた信号経路に同時に到来する信号は、変調器102に関連づけられた信号経路上の信号が出力110に現れてから、時間期間1つ分、2つ分、および3つ分後に出力110に現れ始める。したがって、変調器102、104、106、および108に関連付けられた信号経路上の信号は、信号経路出力110に時分割多重化される。

【0019】図2に示すように、遅延線112、114、および116はそれぞれ、適切な長さの光ファイバ220を円筒形スプール222に巻き付けることで、生成される。スプール222に巻き付けられた光ファイバの物理的な長さおよび引っ張りにおけるばらつきは、ファイバ220の有効光路長におけるばらつきをもたら

す。例えば、有効光路長は、所与の周波数の光信号がファイバ220を通して進行するのに必要な時間を決定する。加熱要素224が円筒形スプール222の中心軸に配置され、これによって、光ファイバ220の有効光路長を熱的に調整して、安定化させることが可能になる。

【0020】図1の遅延線100は、例えば、図1の遅延線112、114、および116間の光路長の差が非常に小さい、高速デジタル用途において光路長を制御するには、非効率的でありうる。さらに、この構成は、図2のスプール222に巻き付けられない遅延線112、114、および116に関連付けられた光ファイバのセグメント（例えば、図1の変調器102と光接続するために、スプール222から離れたファイバセグメント）を熱的に調整するには、非効率的であろう。最後に、多数の個々の光ファイバで構築されたマルチファイバ光遅延線の妥当な物理的エンクロージャに複数のスプール222を配置することは、困難であるか、または具合の悪い場合がある。

【0021】新規な幾何学的形状で構成されたマルチファイバ遅延線を組み込んだ本発明によって、従来技術を凌ぐ実質的な改良が実現される。図3に示す遅延線の実施形態において、遅延線300の光ファイバ302は、単一平面にネストされて配置される。各ファイバは、U字形接続セグメント308によって接合された入力セグメント304および出力セグメント306を含む。入力セグメント304は、略並列であり、長さが等しく、入力セグメントの入力端310はすべて、入力セグメントに垂直な直線の略近くにあるように隣接して配置される。同様に、出力セグメント306は、略並列であり、長さが等しく、出力セグメントの出力端312はすべて、出力セグメントに垂直な直線の略近くにあるように隣接して配置される。図3の実施形態において、複数の光ファイバ302のU字形接続セグメント308はそれぞれ、固有の所定の長さを有する。

【0022】複数の光ファイバの入力端310はさらに、大量（mass）ファイバ相互接続322を介して、光スプリッタ314の出力ファイバ316に個々に連結される。光スプリッタは、当技術分野で周知であり、例え*

$$\Delta T_R = n_c \cdot (L_L - L_S) / c$$

式中、 n_c はファイバのコアの屈折率であり、 c は真空における光の速度である（例えば、Jong-Dug Shin他による「Fiber-Optic Matched Filters with Metal Films Deposited on Fiber Delay-Line Ends for Optical Packet Address Detection」(Photonics Technology Letters, Volume 8, Number 7, July 1996, p. 941)を参照されたい)。結合器の出力328で生成された結合信号は、出力端312に到来した信号コピー間での相対的な遅延を組み込んでいる。

【0026】長さが等しく、隣接して配置されたファイバセグメントをそれぞれ含む、入力セグメント304お

*ば、Photonic Integration Research, Inc.およびSumitomo Electric Lightwave Corp.を含む多くの製造業者から市販されている。大量ファイバ相互接続方法は、当技術分野で周知である。大量ファイバ相互接続に好ましい方法は、大量融着接続であり、これは、Sumitomo Electric Lightwave Corp.およびFujikura Limitedを含めた様々な商業的なベンダーから市販されている機器を使用して行うことができる。

【0023】例えば、デジタルビットストリームとして振幅変調された光信号は、光スプリッタ314の入力326に提供される。例えば、同じ長さのリボンに形成される出力ポートファイバ316を介して、光スプリッタ314は、大量ファイバ相互接続322における複数の入力セグメント304それぞれに略同時に単一の入力信号のコピーを提供する。該コピーは、大量ファイバ接続324を介して、光結合器318の入力ポートファイバ320に到達するまで、セグメント308と出力セグメント306とを接続する入力セグメント304を介して進行する。入力ポートファイバ320は、光ファイバ302の出力端312に到来する光信号が、等しい時間順序で光結合器318に到来することができるよう、例えば長さの等しいリボンで形成される。光結合器318は、受信した信号を結合して、結合器の出力328に提供される単一の信号にする。出力328は、通常、従来の光検出器と相互接続されて、結合された光信号の存在を検出してもよい。このような光検出器は、例えばLuce Technologies Inc.から市販されている。

【0024】複数の光ファイバ302のU字形接続セグメント308はそれぞれ、固有で所定の長さを有しているため、入力端310において光ファイバ302に導入される光信号のコピーはそれぞれ、固有の長さの光ファイバ302に沿って進行して、固有の時間に、ファイバ302の関連する出力端312に到来する。長さ L_s のより短いファイバ上の信号の到来と、より長いファイバ L_L に沿った信号の到来との間の相対的な時間遅延 ΔT_R は、次のように表現することができる。

【0025】

$$(1)$$

および出力セグメント306を有する単一の幾何学的平面に光ファイバ302を維持することで、光ファイバ302の個々のファイバ長をより容易に制御することができる。ファイバ長の制御は、長さの差分 $L_L - L_s$ が極めて小さい（例えば、40ギガビット/秒のデジタル用途において、5mm程と小さい）場合がある、遅延線の高速のビット選択的用途において極めて重要である。

【0027】図4aは、本発明の第2の実施形態を示す。図3の実施形態のように、遅延線400の光ファイバ402は、実質的に単一の平面にネストして配置される。入力セグメント404および出力セグメント40

6はそれぞれ、略並列で、長さが等しく、隣接して配置されたファイバ長を含む。

【0028】図3の接続セグメント308とは反対に、図4の接続セグメント408におけるファイバ長はさらに、コイルセグメント409を組み込む。コイルセグメント409は、実質的に、光ファイバ402によって画定される単一平面にあり、図3の光ファイバ302の長*

$$\Delta T_A = n_c \times L_s / c$$

式中、ファイバ長 L_s は、入力セグメント404、出力セグメント406、および接続セグメント408（コイルセグメント409を含む）に関連付けられた長さを含

【0030】図4aでは、光ファイバ402のU字形接続セグメント408の小さな交差セグメント411が、接続セグメント408、入力セグメント404、および出力セグメント406によって定義される平面と平行であり、かつわずかに上方にある平面に置載される。あるいは、図4aの交差セグメント411は、図4bの遅延線401で示すように、すべてなくしてもよい。遅延線401は、入力セグメント404と相互接続する第1の部分415および出力セグメント406と相互接続する第2の部分417が双方とも、コイル409の中心から外周までコイルされるように、U字形部分413からコイルセグメント409をコイルし始めることで、図4aの交差セグメント411をなくしている。図4bの実施形態は、すべてのコイルセグメント409を単一平面に配置することができるため、図4aの実施形態よりも好ましい。

【0031】図4a、図4bの実施形態は、例えば、図5に示すとおり、図5における個々のファイバのU字形セグメント508が、長さが異なるコイルセグメント503および505、ならびにコイルセグメントをすべて省いた一本のファイバのU字形セグメント507を含むように、さらに変更することが可能である。この図4の実施形態への変更は、数1の相対的な時間遅延 ΔT_R を大きくする必要がある用途（例えば、高速用途におけるマルチビットシーケンスまたは低速用途）において重要であることがある。

【0032】図3の光ファイバ302、図4の光ファイバ402、図5の光ファイバ502は、ファイバ長を適宜制御するため、単一平面に十分に制御されて配置されなければならない。例えば、図3に示すように、入力セグメント304および出力セグメント306を含むファイバはそれぞれ、ファイバ間の分離を標準ピッチ（例えば、ファイバの直径の100～105パーセントの距離で等間隔）にセットした直線に配置されることが望ましい。また、入力端310および出力端312がすべて、入力セグメント304および出力セグメント306それぞれを含むファイバに対して垂直に配置された直線の略近くにあるようファイバを配置することも望ましい。こ

*さよりも光ファイバ402の長さを増大させるコンパクトな手段を提供する。この実施形態は、信号のコピーが図4の入力端410に提供された時間から、より短いファイバ長 L_s の出力端412にコピーが最初に現れる時まで測定される絶対時間遅延 ΔT_A が重要である光バッファリング用途において重要でありうる。

【0029】

(2)

の幾何学的形状により、入力セグメント304を含むファイバが、同じ長さになり、かつ出力セグメント306を含むファイバが同じ長さになることが保証される。さらに、接続セグメント308は、関連する光ファイバ302がそれぞれ固有の所定の長さを有するよう保証するように配置されなければならない。

【0033】光ファイバ302は、例えば、1993年11月2日付けでBurack他に付与され、本明細書に参照として援用される米国特許第5,259,051号（「Burack特許」）に記載の自動化された座標ベースのファイバルーティング装置および方法を用いて、十分に制御された様式で配置することが可能である。Burack特許の装置および方法を用いて、マニプレータは、光ファイバを接着剤でコーティングされた基板上に配置するため、X-Y平面および垂直軸の周囲を移動するよう制御される。図3の光遅延線に従って、図6は、この方法に従ってルーティングされる光ファイバ650を示す。光ファイバ650は、例えば以下のように、基板652の平坦な表面上に配置される。開始端654が、基板652に対して押しつけられ、第1の長さのファイバが、X方向に距離656だけ基板に配置される。次に、半円長658が、図3の接続セグメント308における最も短いファイバに望ましい長さと同しい長さで基板に配置される。そして、ファイバ長660が、X方向とは逆方向に距離660だけ基板652に配置され、半円長662が、開始端654から短い距離で終了するよう、基板652に配置される。別のファイバ長は、X方向に配置された第1の長さの隣に、X方向に距離656だけ配置される。所望の数のさらなるループ664が、開始端654、長さ656、半円長658、長さ660、および半円長ループ662によって画定される第1のループを中心として層になった、すなわちネストされて配置されるまで、このパターンが繰り返される。所望のループが基板に配置された後、ファイバが終端666で切断される。最後に、ファイバおよび基板は、第1のループとさらなるループ664が、入力端610で開始され、出力端612で終端する開ループとなるように、分割線668で切断し、分割線668で残されたセグメントをトリミングする。これらの端部は、次に、図3の大量ファイバ相互接続322および324にそれぞれ結びつけられる。

【0034】図7は、図6のセクション670を通る断

面770を示す。光ファイバ763および765は、平坦な基盤752と固定して接するように、接着剤コーティング772に押しつけられる。次に、オーバーコーティング774が接着剤コーティング772と、ファイバ763および765とに塗布され、平面ヒータ776が、平坦な基盤752の下部表面に取り付けられる。かかるヒータは、当技術分野で周知であり、例えば、Minc o Products, Inc. から市販されている。オーバーコーティング774は、ファイバを取り巻くエアギャップを満たして、平面ヒータ776と、ファイバ763および765との間の熱の伝導さをも確実にするよう、封入充填材料としての役割を果たすが、これは、例えば、Dow Corning Corporationから入手可能な市販されている熱を伝導するシリコン材料であってもよい。これにより、オーバーコーティング774およびヒータ776は、光ファイバ763および765について安定した熱プロファイルを確立し、ファイバ763および765の有効な光路長の安定化を助ける。

【0035】上述した例示的な実施形態は、上記説明を鑑みて当業者には明白である本発明の多くの代替実施形態の1つにすぎない。したがって、この説明は例示のみのために構築され、本発明を実施する最良の形態を当業者に教示する目的のものである。当業者は、本発明の教

示から逸脱せずに、様々な他の代替を考案することが可能である。例えば、図3の入力セグメント304および出力セグメント306は、互いに対して並列以外の関係で配置されてもよい（例えば、入力セグメント304は、出力セグメント306に対して垂直であってもよい）。さらに光スプリッタ326の出力ファイバ316および光結合器320の入力ファイバは、光ファイバ302が1つよりも多くの平面に配置されてもよいように、1つよりも多くの平面に配置されてもよい。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】マルチファイバ光遅延線を組み込んだ従来技術による光マルチプレクサの構造を示す。

【図2】図1の従来技術によるマルチファイバ光遅延線において、ファイバの異なる長さを保持するためのスプールを示す。

【図3】本発明の実施形態の概略図を示す。

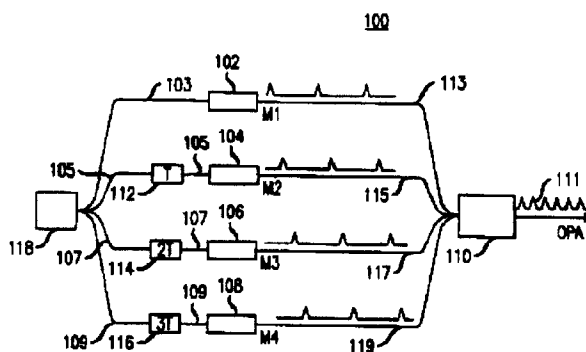
【図4】図4aおよび図4bは、本発明の第2および第3の実施形態の概略図をそれぞれ示す。

【図5】本発明の第4の実施形態の概略図を示す。

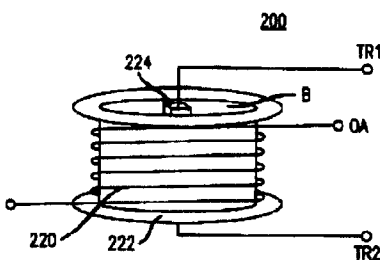
20 【図6】図3の実施形態において組み込まれるよう準備された光ファイバおよび基板を示す。

【図7】図6の実施形態の断面図を提供する。

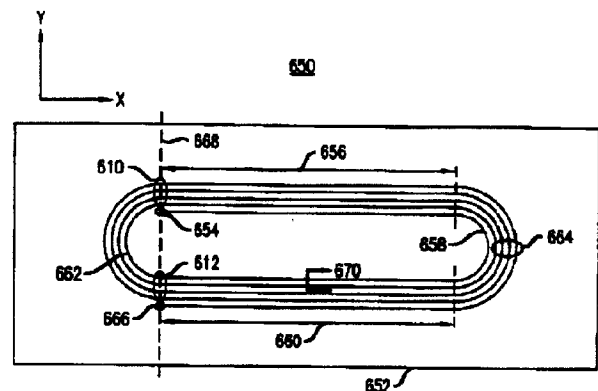
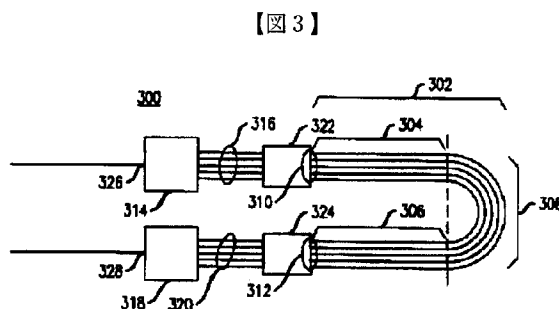
【図1】



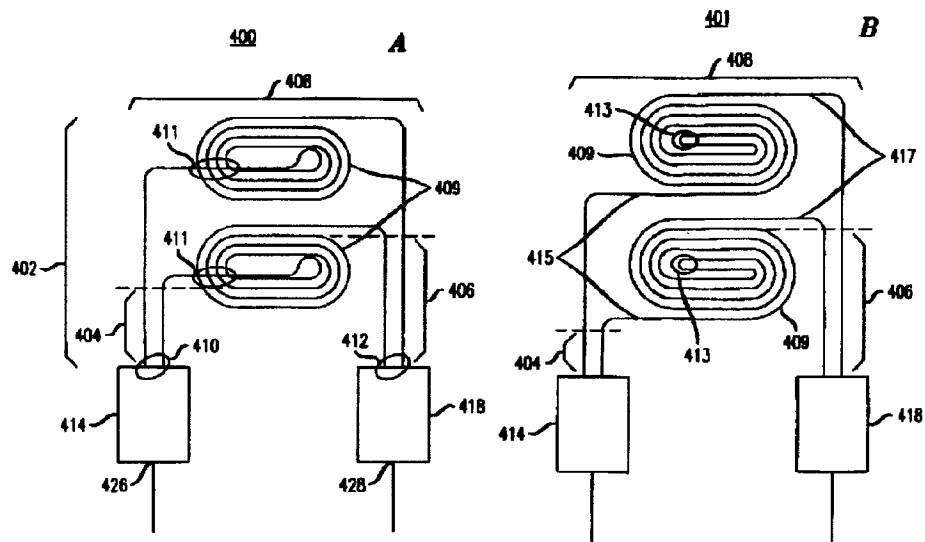
【図2】



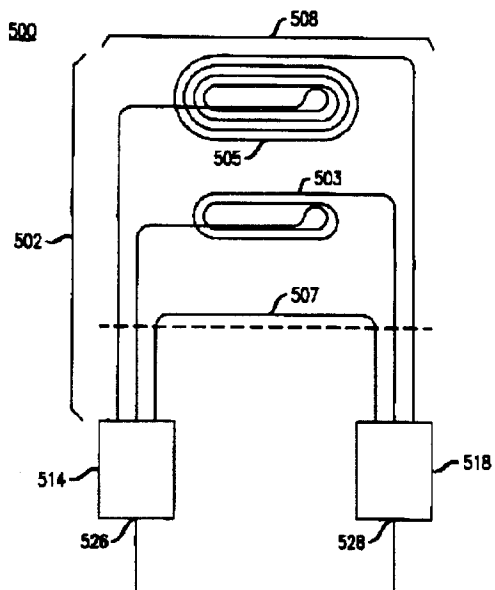
【図3】



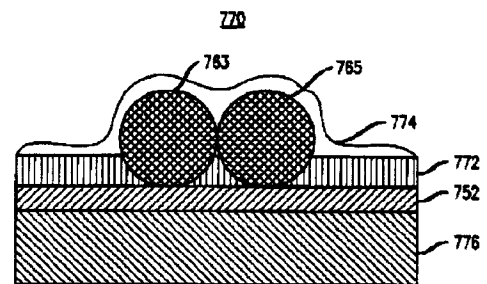
【図 4】



【図 5】



【図 7】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成14年8月9日(2002. 8. 9)

【公開番号】特開2001-215343 (P2001-215343A)

【公開日】平成13年8月10日(2001. 8. 10)

【年通号数】公開特許公報13-2154

【出願番号】特願2000-342869 (P2000-342869)

【国際特許分類第7版】

G02B 6/00 346

H04B 10/28

10/02

【FI】

G02B 6/00 346

H04B 9/00 W

【手続補正書】

【提出日】平成14年5月21日(2002. 5. 21)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項1】 光入力信号を受信し、かつ互いに対して時間的に遅延された前記入力信号の複数のコピーを出力することが可能な光遅延線であって、それぞれ入力端を有する複数の光ファイバであって、該

複数の光ファイバがそれぞれ、固有の所定の光路長を有するように、実質的に単一の物理的平面に、互いにネストされて配置される複数の光ファイバと、前記入力信号の複数のコピーを生成し、前記入力信号の1つのコピーを略同時に前記複数の入力端のそれぞれ1つに提供するように構成された光スプリッタと、を備え、それにより、前記複数のコピーがそれぞれ、固有の時間間隔で複数の光ファイバの特定の1つをトラバースして、前記ファイバの前記特定の1つの出力端に到達し、前記固有の時間間隔は、前記ファイバの前記特定の1つの所定の光路長に関連する、遅延線。